

Projekta numurs: 8.3.2.1/16/I/002

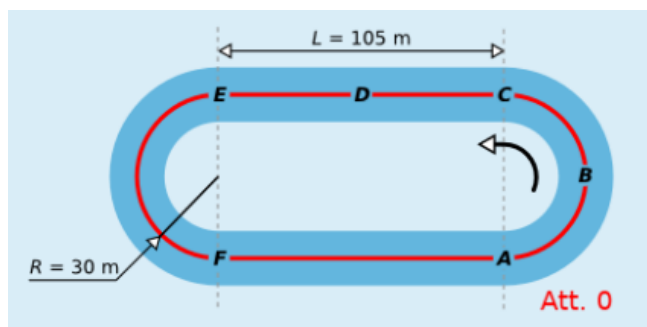
Nacionāla un starptautiska mēroga pasākumu īstenošana izglītojamo talantu attīstībai

Fizikas valsts 67. olimpiāde Otrā posma uzdevumi 10. klasei

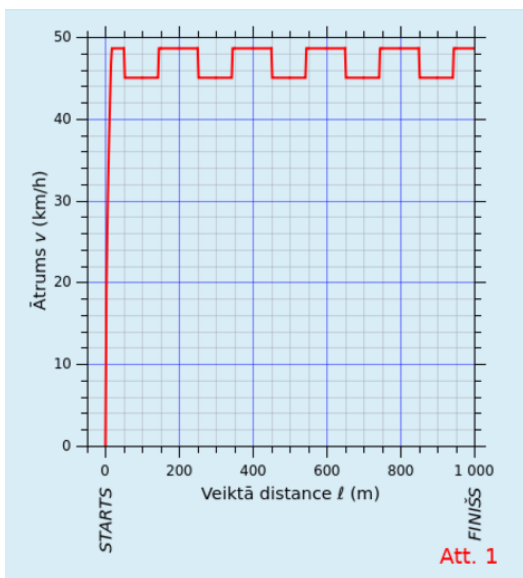
10 – 1 Ātrslidošana

Ievēro mērvienības, kādās jāizsaka atbildes. Dažus uzdevuma apakšpunktus var risināt neatkarīgi no pārējiem.

Ātrslidošanas sacensības notiek speciāli ierīkotos stadionos. Ledus celiņš sastāv no četriem posmiem: diviem taisniem posmiem (CE un FA) un diviem pusriņķiem (AC un EF). Taisno posmu garumi ir $L = 105$ m, pusriņķu rādiusi ir $R = 30$ m. Brīvās krišanas paātrinājums ir $g = 10$ m/s². Slīdes berzi neņem vērā.



1. Ātrslidotāja ātruma maiņa distances veikšanas laikā ir parādīta att. 1.



Distance tika veikta pretēji pulksteņrādītāja kustības virzienam un sākās punktā [1 p]

Atbilde:

- A
- B
- C
- D

No distances starta līdz finišam tika noslidoti

Atbilde: $N = \boxed{}$ apli. [0.5 p]

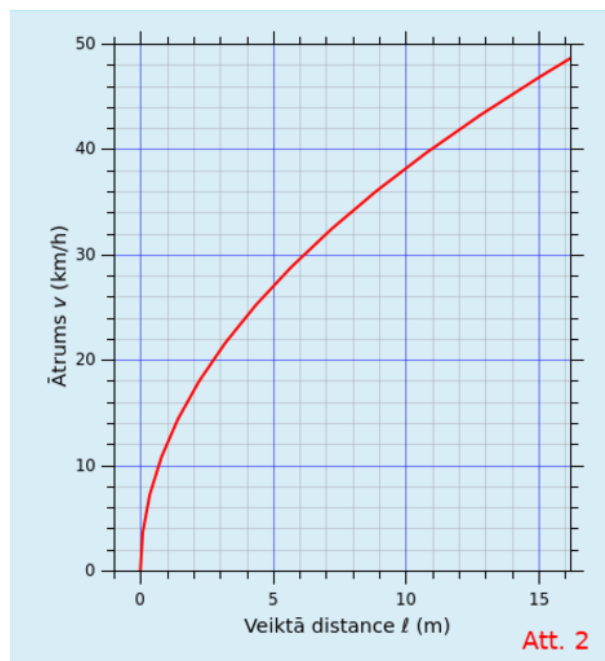
2. Sīkāk apskatīsim ieskrējiena posmu. Ātruma izmaiņa ieskrējiena laikā ir parādīta att. 2.

Horizontālās ass galapunkts atbilst ieskrējiena beigām. Ieskrējiena aizņēma laiku

Atbilde: $t_1 = \boxed{}$ s [1 p]

un ātrslidotāja kustības vienādojums bija (SI mērvienībās)

Atbilde: $l(t) = \boxed{} t + \boxed{} t^2$ [1 p + 1 p]



3. Ātrslidotājs, kura masa $m = 70$ kg, iebrauc stadiona pusriņķa posmā AC, noliecoties par leņķi $\alpha = 75^\circ$ attiecībā pret ledus virsmu (sk. att. 3) un kustoties ar konstantu (pēc absolūtās vērtības) ātrumu

Atbilde: $v = \boxed{}$ m/s [1 p]

Uz ātrslidotāju darbojas smaguma spēks

Atbilde: $F_g = \boxed{}$ N [0.5 p]

un viņa svars ir

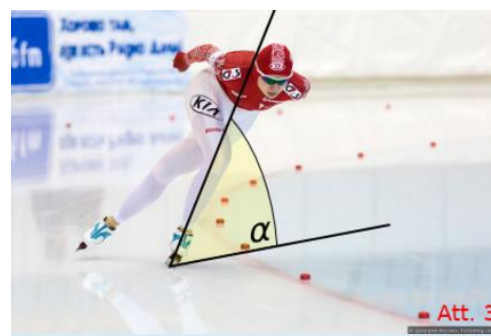
Atbilde: $P = \boxed{}$ N [1 p]

No ledus puses uz slidām darbojas miera berzes spēks

Atbilde: $F_b = \boxed{}$ N [1 p]

Kospēks, kas darbojas uz ātrslidotāju, nodrošina paātrinājumu

Atbilde: $a = \boxed{}$ m/s² [1 p]

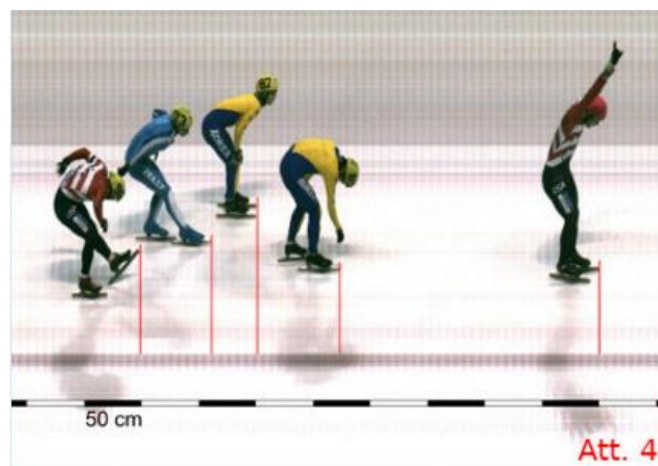


4. Viens no ātrslidošanas paveidiem ir šorttreks, kurā vairāki sportisti (parasti no 4 līdz 6) uzsāk distanci no vienas starta līnijas. Bieži vien šorttrekā sportisti finiša līniju šķērso tik blīvi, ka, lai izlemtu vietu secību, ir jāanalizē fotofinišs. Fotografijā (att. 4) ir attēlots moments, kad pirmais sportists ir finišējis (slidas asmens priekšējais gals ir šķērsojis finiša līniju). Otrajā vietā palikušais slidotājs ir zaudējis pirmajai vietai

Atbilde: $t_2 = \boxed{}$ s [1 p]

Risināšanai izmantot garuma skalu fotografijas apakšdaļā (katra melnā vai baltā strīpa ir 50 cm gara),

un pieņemt, ka uzvarētājs finiša līniju šķērso ar ātrumu $v = 44$ km/h.



10 – 2 Dzenis

Ievēro mērvienības, kādās jāizsaka atbildes. Dažus uzdevuma apakšpunktus var risināt neatkarīgi no pārējiem.

Kaļot koku, dzeņa galva sadursmes brīdī piedzīvo ļoti lielu paātrinājumu, tomēr dzenim nerodas smadzeņu satricinājums. Tas skaidrojams ar vairākiem mehānismiem, tostarp īpašu galvaskausa audu struktūru un knābja daļēju atsaisti no galvaskausa. Šajā uzdevumā kalšanas procesu apskatīsim vienkāršotā veidā.

Sākotnēji pieņemsim, ka dzeņa galva ir ciets ķermenis, t. i., knābis, galvaskauss un smadzenes ir cieši saistīti un savstarpēji nepārvietojas.

1. Dzeņa galvas ātrums, saduroties ar koku, ir 5 m/s. Galvas masa ir 8 g. Pieņemot, ka pretestības spēks, dzeņa knābim triecoties kokā, ir konstants un vienāds ar 19 N un dzenis pieliek galvai 1 N lielu spēku (koka virzienā), aprēķināt:

A dzeņa galvas paātrinājuma absolūto vērtību

Atbilde: $|a| = \boxed{}$ m/s² [0.5 p]

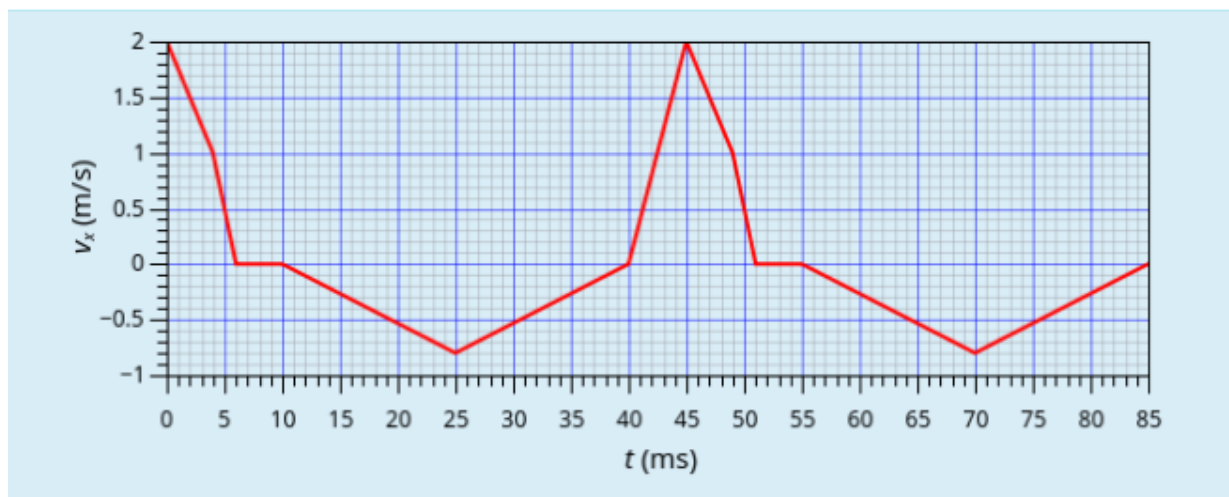
B dzeņa knābja iekļūšanas dziļumu kokā

Atbilde: $d = \boxed{}$ mm [0.5 p]

C pēc cik ilga laika dzeņa galva apstājas

Atbilde: $t = \boxed{}$ ms [0.5 p]

2. Ātri kaļot, dzenis spēj veikt vairākus desmitus vienādu sitienu pēc kārtas. Fragments no dzeņa galvas ātruma atkarības no laika šādā procesā ir parādīts grafikā, turklāt kustība notiek tikai paralēli x asij, kas ir vērsta koka virzienā. Pieņemot, ka dzeņa galvas masa ir 8 g, koka cauruma dziļums nepalielinās un ka, knābim triecoties kokā, dzenis pieliek galvai $F_{dz,x} = 1$ N lielu spēku, aprēķināt:



A sitienu skaitu, ko dzenis veic vienas sekundes laikā

Atbilde: $N = \boxed{}$ [0.5 p]

B maksimālo berzes spēku, kas darbojas uz knābi kokā

Atbilde: $F_{b,max} = \boxed{}$ N [0.5 p]

C dzeņa knābja iekļūšanas dziļumu kokā

Atbilde: $d = \boxed{}$ mm [0.5 p]

D maksimālo attālumu starp knābi un koku viena pilna sitienu laikā

Atbilde: $\Delta x_{k,\max} =$ mm [0.5 p]

E galvas pārvietojumu viena pilna sitiena laikā

Atbilde: $\Delta x =$ mm [0.5 p]

F galvas veikto ceļu viena pilna sitiena laikā.

Atbilde: $s =$ mm [0.5 p]

3. Dzeņa smadzenes galvaskausā pasargā speciāli audi, kas sadursmes laikā deformējas. Apskatīsim situāciju, kurā dzeņa galvas un smadzeņu sākotnējais ātrums ir 5 m/s un galvas apstāšanās attālums jeb knābja iekļūšanas dziļums kokā ir 2,0 mm (šī vērtība atšķiras no iepriekš aprēķinātās). Audiem deformējoties, smadzenes apstājas par 2,5 mm tālāk nekā galva (galvaskauss). Pieņemot, ka kustība ir vienmērīgi paātrināta, aprēķināt:

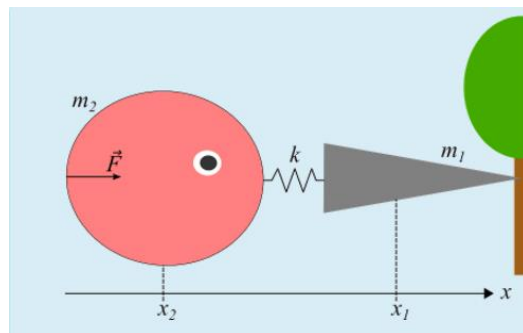
A smadzeņu paātrinājuma absolūto vērtību

Atbilde: $|a_{sm}| =$ m/s² [0.5 p]

B cik reižu smadzeņu paātrinājums ir mazāks par galvas paātrinājumu

Atbilde: $|a_g/a_{sm}| =$ [0.5 p]

4. Lai modelētu kustību, pieņemsim, ka dzeņa knābis ir saistīts ar galvu ar atsperi, kuras stinguma koeficients ir k . Knābja masa ir m_1 un centra koordināte ir x_1 , bet galvas masa ir m_2 un centra koordināte ir x_2 , kustība notiek tikai paralēli x asij. Pirms knābja sadursmes ar koku: attālums starp knābja un galvas centriem ir x_0 ; atspera nav izstiepta; knābja un galvas ātrumi ir vienādi: $v_1 = v_2$. Kādi ir knābja un galvas kustības vienādojumi sadursmes laikā, ja uz galvu darbojas spēks F un uz knābi kokā — pretestības spēks F_b ?



A Knābja kustības vienādojums [0.75 p]

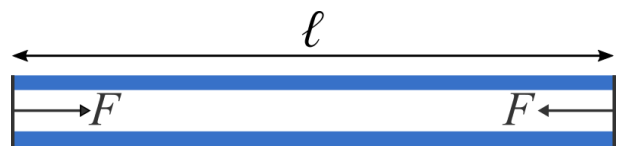
Atbilde:

- $m_1 a_{1x} = 0$
- $m_1 a_{1x} = F$
- $m_1 a_{1x} = F_b$
- $m_1 a_{1x} = -F_b$
- $m_1 a_{1x} = F - F_b + k(x_0 - x_1 + x_2)$
- $m_1 a_{1x} = F - F_b - k(x_0 - x_1 + x_2)$
- $m_1 a_{1x} = -F_b + k(x_0 - x_1 + x_2)$
- $m_1 a_{1x} = -F_b - k(x_0 - x_1 + x_2)$

B Galvas kustības vienādojums [0.75 p]**Atbilde:**

- $m_2 a_{2x} = 0$
- $m_2 a_{2x} = F$
- $m_2 a_{2x} = -F_b$
- $m_2 a_{2x} = F - F_b$
- $m_2 a_{2x} = k(x_0 - x_1 + x_2)$
- $m_2 a_{2x} = -k(x_0 - x_1 + x_2)$
- $m_2 a_{2x} = F + k(x_0 - x_1 + x_2)$
- $m_2 a_{2x} = F - k(x_0 - x_1 + x_2)$

5. Dzeņa knābi un galvu savieno divi kauli, kas atrodas ap galvu un būtiski samazina trieciena ietekmi uz galvu un smadzenēm. Apskatīsim divus taisnus cilindriskus kaula posmus (attēlā zilā krāsā), kas savienoti paralēli. Katra kaula rādiuss $r = 0,2$ mm un garums $\ell = 40$ mm. Pieņemot, ka kaula Junga modulis $E = 2,0$ GPa un deformācija notiek cilindra ass virzienā, aprēķināt:



A relatīvo pagarinājumu un elastības spēku pie pagarinājuma $\Delta \ell = 0,5$ mm [1 p]

Atbilde: $\varepsilon =$; $F =$ N

B stinguma koeficientu, savienotos kaulus apskatot kā atsperi [0.5 p]

Atbilde: $k =$ N/m

6. Sitienu laikā dzeņa smadzenēs berzes rezultātā izdalās siltums, tāpēc dzenim ik pa laikam jāpārtrauc sišana, lai smadzenes nepārkarstu. Pieņemot, ka smadzeņu masa $m = 1,3$ g, īpatnējā siltumietilpība ir $c_p = 2180$ J/(kg·°C), izdalītais siltuma daudzums uz smadzeņu masas vienību vienā sitienā ir $Q/m = 12,5$ J/kg un sitienu laikā siltuma apmaiņu ar ārējo vidi var neievērot, aprēķināt:

A smadzenēs izdalīto siltuma daudzumu $N = 30$ sitienu laikā [0.75 p]

Atbilde: $Q =$ J

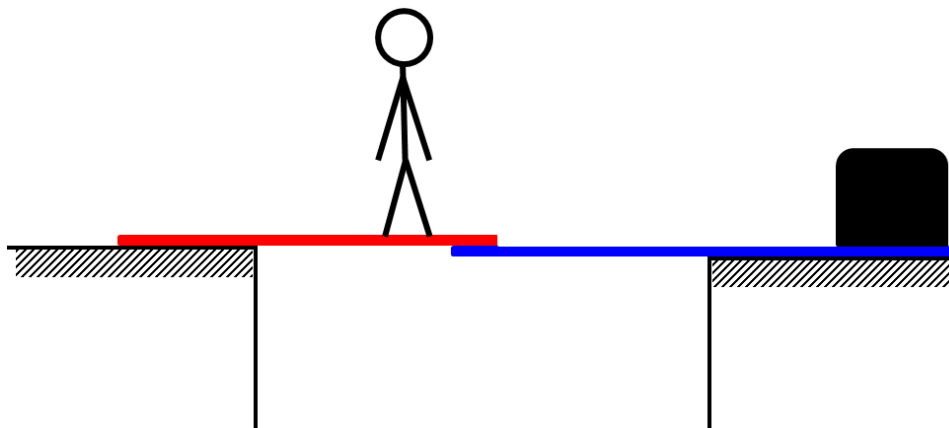
B smadzeņu temperatūras pieaugumu $N = 30$ sitienu laikā [0.75 p]

Atbilde: $\Delta t =$ °C

10 – 3 Tiltiņš

Ievēro mērvienības, kādās jāizsaka atbildes. Dažus uzdevuma apakšpunktus var risināt neatkarīgi no pārējiem.

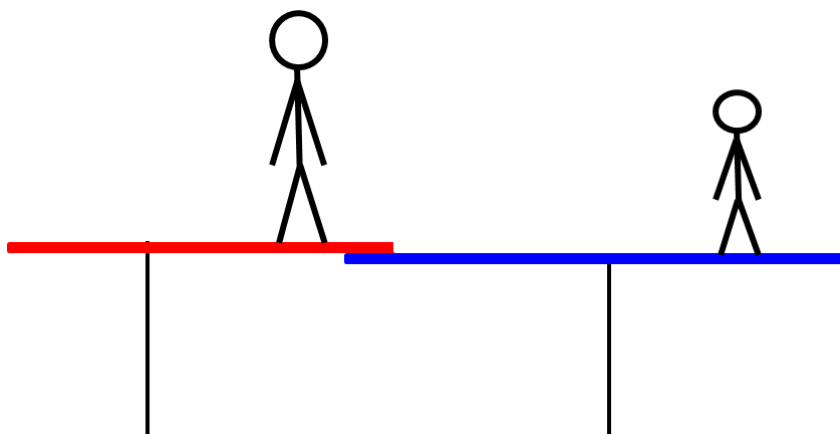
Ir viens paņēmieni, kā pāriet grāvi vai šauras upes gultni, izveidojot pagaidu tiltiņu-pārceltuvi. Divus garus plakanus dēļus savieno tā, kā ir parādīts attēlā. Vienu dēli piespiež ar akmeni vai akmens vietā virsū uz dēļa var stāvēt cilvēks. Izmantojot šo tiltiņu, cilvēki var pārcelties no viena upes krasta uz otru.



Visos uzdevuma apakšpunktos dēļus uzskatīsim par absolūti cietiem un nesalokāmiem. Brīvās krišanas paātrinājums $g = 9.8 \text{ m/s}^2$.

1. Kreisās puses (sarkanā) dēļa garums ir vienāds ar 5.20 m, labās puses (zilā) dēļa garums ir vienāds ar 6 m. Upes platums ir vienāds ar 7 m. 'Sarkanā' dēļa viens gals – 10 cm atrodas upes kreisajā krastā, otrs gals – 10 cm novietoti virs 'zilā' dēļa. Dēļu masu visos pirmā uzdevuma apakšpunktos neņemsim vērā. Upes labajā krastā uz dēļa stāv bērns ar masu $m_1 = 45 \text{ kg}$ (skat. attēlu).

Pieņemt, ka 1) visi spēki, kas darbojas no 'sarkanā' dēļa uz 'zilo' dēli darbojas abu dēļu pārklāšanās viduspunktā, t.i. 5 cm no 'zilā' dēļa gala; 2) spēks, kas darbojas no 'sarkanā' dēļa uz zemi, darbojas 5 cm no 'sarkanā' dēļa kreisā gala.



A Cik lielā attālumā no labā upes krasta jāstāv bērnam, lai tiltiņš būtu maksimāli stabils (pāreju var izmantot gājēji ar lielāku svaru)?

Atbilde: $L =$ m [1 p]

B Cik garš 'zilā' dēļa gabals atradīsies virs upes gadījumā, kad tiltiņš būs maksimāli stabils (pāreju var izmantot gājēji ar lielāku svaru)?

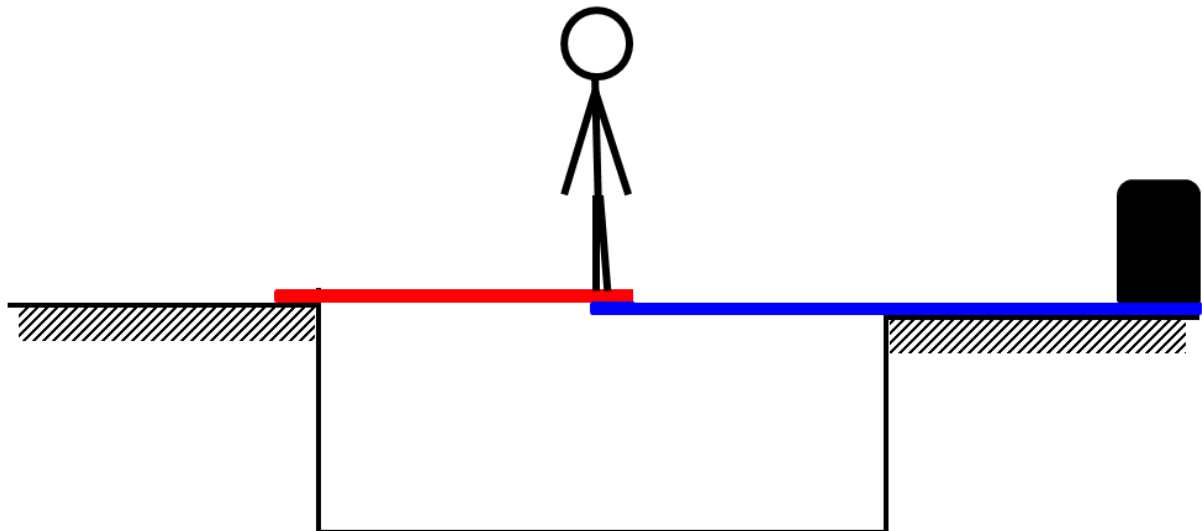
Atbilde: $l =$ m [1 p]

C Cik liela var būt gājēja maksimālā masa, lai, šķērsojot šo pārceltuvi, tās konstrukcija nesabruktu?

Atbilde: $m_2 =$ kg [1 p]

2. Veidojot citu pārceltuvi, tika izmantots 'sarkanais' dēlis, kura garums ir 3.7 m. 'Sarkanā' dēļa viens gals – 10 cm atrodas upes kreisajā krastā, otrs gals – 10 cm novietots virs 'zilā' dēļa. Labās puses ('zilā') dēļa garums ir 5.6 m un 3.5 m no šī dēļa atrodas virs upes. Dēļu platums ir 30 cm, dēļu biezums ir 6 cm, dēļu koka blīvums ir 0.5 g/cm^3 . Upes platums ir 7 m.

Pie pārceltuves pienāca cilvēks, kura masa 80 kg. 'Zilā' dēļa galā labajā krastā tika novietots akmens. Pieņemsim, ka 1) viss akmens smaguma spēks ir pielikts 10 cm attālumā no dēļa labā gala (skat. att.); 2) dēļi gandrīz neizliecas un tāpēc tos var uzskatīt par taisniem; 3) visi spēki, kas darbojas no 'sarkanā' dēļa uz 'zilo' dēli, darbojas 5 cm no 'zilā' dēļa gala, t.i. abu dēļu pārklāšanās viduspunktā.



A Cik liels ir šī cilvēka svars?

Atbilde: $P =$ N [0.5 p]

B Cik liela ir kreisās puses ('sarkanā') dēļa masa?

Atbilde: $m_s =$ kg [1 p]

C Cik liela ir labās puses ('zilā') dēļa masa?

Atbilde: $m_z =$ kg [1 p]

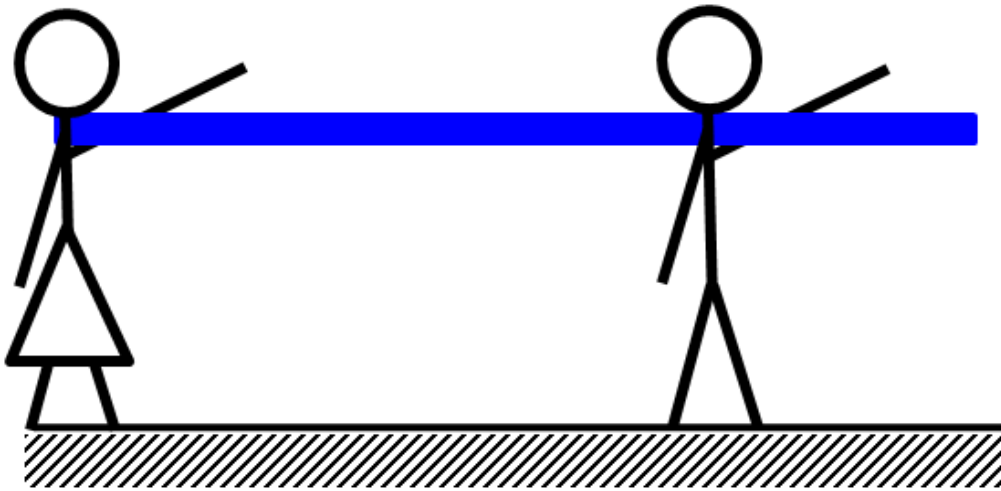
D Ar cik lielu spēku 'sarkanais' dēlis iedarbojas uz 'zilo' dēli, kad uz tiltiņa virsū nestāv cilvēks?

Atbilde: $F_s =$ N [1 p]

E Cik maza var būt akmens minimālā masa, lai cilvēks varētu šķērsot pārceltuvi?

Atbilde: $m =$ kg [1.5 p]

3. Lai izveidotu līdzīgu tiltiņu, Alise un Bobs paņēma viendabīgu dēli ar masu 40 kg un garumu 5 m. Maksimālā masa, kuru var pacelt Alise, ir 15 kg. Alise paņēma dēli pie gala.



A Cik lielā attālumā no dēļa viduspunkta Bobs paņēma dēli, ja Bobs mēģināja nepārslogot Alisi, bet pats arī centās pielikt minimālu piepūli?

Atbilde: $L_B =$ m [1 p]

B Ar cik lielu spēku dēlis spiež uz Alisi šajā gadījumā?

Atbilde: $F_A =$ N [0.5 p]

C Ar cik lielu spēku dēlis spiež uz Bobu šajā gadījumā?

Atbilde: $F_B =$ N [0.5 p]